

PCT/US 04/34662

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 1 月 2 7 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 9 7 9 6 0
Application Number:

[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 9 7 9 6 0]

出 願 人 スリーエム イノベイティブ プロパティズ カンパニー
Applicant(s):

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 29 DEC 2004

WIPO

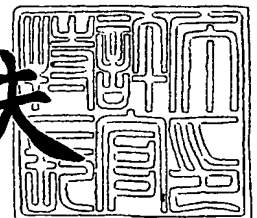
PCT

BEST AVAILABLE COPY

2 0 0 4 年 3 月 2 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 1034471
【提出日】 平成15年11月27日
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】 H01L 21/304
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県相模原市南橋本 3-8-8 住友スリーエム株式会社内
 【氏名】 野田 一樹
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県相模原市南橋本 3-8-8 住友スリーエム株式会社内
 【氏名】 岩澤 優
【特許出願人】
 【識別番号】 599056437
 【氏名又は名称】 スリーエム イノベイティブ プロパティズ カンパニー
【代理人】
 【識別番号】 100099759
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 青木 篤
 【電話番号】 03-5470-1900
【選任した代理人】
 【識別番号】 100077517
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 石田 敬
【選任した代理人】
 【識別番号】 100087413
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 古賀 哲次
【選任した代理人】
 【識別番号】 100111903
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 永坂 友康
【選任した代理人】
 【識別番号】 100082898
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 西山 雅也
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 209382
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9906846

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

光吸収剤及び熱分解性樹脂を含む光熱変換層を光透過性支持体上に適用する工程、但し、前記光熱変換層は放射エネルギーが照射されたときに放射エネルギーを熱に変換し、そしてその熱により分解するものである、

回路パターンを有する回路面と該回路面とは反対側の非回路面とを有する半導体ウエハを用意し、該回路面と前記光熱変換層とが対向するようにして、前記半導体ウエハと前記光透過性支持体とを光硬化型接着剤を介して貼り合わせ、前記光透過性支持体側から光を照射して光硬化型接着剤層を硬化させ、非回路面を外側に有する積層体を形成する工程、

前記半導体ウエハが所望の厚さになるまで前記半導体ウエハの非回路面を研削する工程、

研削された半導体ウエハを非回路面側からダイシングして、複数の半導体チップへと切断する工程、

前記光透過性支持体側から放射エネルギーを照射し、前記光熱変換層を分解し、前記接着剤層を有する半導体チップと、光透過性支持体とに分離する工程、及び、

前記半導体チップから前記接着剤層を除去する工程、
を含む、半導体チップの製造方法。

【請求項 2】

研削された半導体ウエハをダイシングする前に、ダイボンディングテープを半導体ウエハに貼り合わせる、請求項 1 記載の半導体チップの製造方法。

【請求項 3】

前記光熱変換層はカーボンブラックを含む、請求項 1 又は 2 記載の半導体チップの製造方法。

【請求項 4】

前記光熱変換層は透明フィラーをさらに含む、請求項 3 記載の半導体チップの製造方法。

【請求項 5】

前記半導体ウエハと前記光透過性支持体とを光硬化型接着剤を介して貼り合わせる工程を真空中で行なう、請求項 1～4 のいずれか 1 項記載の半導体チップの製造方法。

【請求項 6】

前記半導体ウエハを $50\ \mu\text{m}$ 以下の厚さまで研削する、請求項 1～5 のいずれか 1 項記載の半導体チップの製造方法。

【請求項 7】

前記光硬化型接着剤層は硬化後の貯蔵弾性率が $5 \times 10^8\ \text{Pa}$ 以上である、請求項 1～6 のいずれか 1 項記載の半導体チップの製造方法。

【請求項 8】

(a) 前記光透過性支持体の側から前記光透過性支持体及び光熱変換層を通過することができる光によって又は (b) 非回路面側から半導体ウエハを通過することができる光によってスクライプラインを認識しかつアライメントしながらダイシングを行なう、請求項 1～7 のいずれか 1 項記載の半導体チップの製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】半導体チップの製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は半導体チップの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体産業では、パッケージの薄型化やチップ積層技術による高密度化に対する対応のために、半導体ウエハの薄型化が進められている。薄肉化はパターン形成されたウエハの面（回路面）とは反対側の面を研削する、いわゆる、裏面研削により行われる。通常、ウエハをバックグランド保護テープでのみ保持し、裏面研削・搬送する従来の技術では、研削後の保護テープ付きウエハが反ったり、又は、研削時の厚み均一性が低いことなどの問題により、実用的には150 μ m程度の肉厚までしか薄肉化されえない。そこで、バックグランド保護テープの基材として、剛性の高い厚手（100～200 μ m）のポリエチレンテレフタレート（PET）を用いることで、50 μ m程度の厚さの半導体ウエハの製造が可能になりつつある。

【0003】

一方、薄型化された半導体ウエハは、ダイシングプロセスと呼ばれる切断工程によって、個々のチップへと切断される。特に、50 μ m以下の極薄まで薄型化された半導体ウエハのチップ化にあたっては、ダイシングプロセスにおける歩留まりの低さが問題となっている。裏面研削によって薄型化された半導体ウエハをダイシングテープと呼ばれる粘着テープに貼り付けた形でダイシングする通常の方法では、粘着シートと接している半導体ウエハのダイシングの際にチップング（エッジ欠け）を生じ、歩留まりを大きく落としてしまうからである。

【0004】

上記の半導体ウエハのダイシング時の問題を解決する方法として、特許文献1～3には、半導体ウエハの裏面研削の前に、回路面のスクライプライン（個々の半導体チップを分割しているラインであって、切断されるべきライン）に、最終仕上げ厚さよりも深い溝をハーフスクライピングによって予め設けておき、その後の裏面研削によって、研削と同時にチップへの分割を行なう方法が開示されている。この方法では、極薄ウエハのダイシングプロセスの歩留まりを大幅に改善できる。しかし、積層集積回路（IC）などへの応用において主に必要となる研削後の研削面へのダイボンディングテープの貼り付けはウエハの分割後になるため、ダイボンディングテープのみを別途にダイシングしなければならず、生産性が大きく低下してしまう。

【0005】

チップングを防止することができる他の方法として、特許文献4には硬い支持体上にワックスを用いて貼り付けた半導体ウエハを裏面研削し、その後に、裏面（非回路面）側からダイシングする方法が開示されている。この方法では、ワックス材料の種類によってはチップングを防止することができるが、ワックスを除去するためにダイシングされた半導体ウエハを溶剤中に浸漬しなければならず、チップ製造の生産性を低下させている。

【0006】

【特許文献1】特開平5-335411号公報

【特許文献2】特開2000-195826号公報

【特許文献3】特開2002-353170号公報

【特許文献4】特開平6-132432号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

したがって、本発明の目的は、半導体ウエハをダイシングする工程を含む半導体チップの製造方法において、ダイシング時のチップングを効果的に防止することができる方法を

提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の1つの態様によると、光吸収剤及び熱分解性樹脂を含む光熱変換層を光透過性支持体上に適用する工程、但し、前記光熱変換層は放射エネルギーが照射されたときに放射エネルギーを熱に変換し、そしてその熱により分解するものである、

回路パターンを有する回路面と該回路面とは反対側の非回路面とを有する半導体ウエハを用意し、該回路面と前記光熱変換層とが対向するようにして、前記半導体ウエハと前記光透過性支持体とを光硬化型接着剤を介して貼り合わせ、前記光透過性支持体側から光を照射して光硬化型接着剤層を硬化させ、非回路面を外側に有する積層体を形成する工程、

前記半導体ウエハが所望の厚さになるまで前記半導体ウエハの非回路面を研削する工程

、研削された半導体ウエハを非回路面側からダイシングして、複数の半導体チップへと切断する工程、

前記光透過性支持体側から放射エネルギーを照射し、前記光熱変換層を分解し、前記接着剤層を有する半導体チップと、光透過性支持体とに分離する工程、及び、

前記半導体チップから前記接着剤層を除去する工程、を含む、半導体チップの製造方法が提供される。

【0009】

本発明のさらなる態様によると、研削された半導体ウエハをダイシングする前に、ダイボンディングテープが半導体ウエハに貼り合せられる。

【発明の効果】

【0010】

本発明によると、非常に低い肉厚まで研削された半導体ウエハをチップングを生じさせることなく半導体チップへとダイシングすることが可能である。また、半導体チップを、破損することなく支持体から剥離することが可能である。

さらに、研削された半導体ウエハをダイシングする前にダイボンディングテープを半導体ウエハに貼り合せると、ダイボンディング付き半導体チップを容易に製造でき、積層集積回路（IC）などの製造工程が容易になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

本発明の半導体チップの製造方法では、光透過性支持体上で半導体ウエハの裏面研削を行ない、次いで、ダイシングを行うことで半導体チップへと分割する一連の工程を含む。半導体ウエハを硬い光透過性支持体上に接着剤層を介して固定することで、ウエハが破損することなく極薄まで研削を行ない、また、チップングを生じずにダイシングを行なうことが可能である。また、半導体チップと光透過性支持体との間に光熱変換層が設けられる。この光熱変換層はレーザー光などの放射エネルギーの照射により分解し、半導体チップを破損することなく支持体から分離することを可能にする。このように、本発明の方法では、チップング欠陥が殆どなく又は全くない良質な極薄の半導体チップを製造することができる。

【0012】

以下において、本発明の半導体チップの製造方法について詳述する。

半導体ウエハ／接着剤層／光熱変換層／光透過性支持体を含む積層体の製造

まず、裏面研削を行なう前に、半導体ウエハ／接着剤層／光熱変換層／支持体を含む積層体を製造する。図1には、本発明の半導体チップの製造方法における積層体形成工程で得られる積層体の1例を示している。図1中、積層体1は半導体ウエハ2、光硬化型接着剤層3、光熱変換層4及び光透過性支持体5を、この順で含む積層体である。なお、後に行なう裏面研削のために、半導体ウエハ2の回路面は接着剤層3と接し、非回路面は露出している。積層体の製造にあたって、層間に空気などの異物を混入させないことは肝要である。層間に空気が混入すると、積層体の厚さ均一性が妨げられ、結果として半導体ウエ

ハを薄肉まで研削することができない。積層体を製造する場合には、例えば以下の方法が考えられる。まず、光熱変換層の前駆体塗布液を後述する塗布方法のいずれかにより支持体上に塗布し、乾燥し、紫外線を照射するなどして硬化させる。次に、硬化した光熱変換層の表面、又は、半導体ウエハの回路面（研削されない側の面）のいずれか一方又は両方に光硬化型接着剤を塗布する。これらの光熱変換層と半導体ウエハとを光硬化型接着剤を介して貼り合わせ、支持体側から硬化のための光（例えば、紫外線）を照射するなどして硬化させることにより積層体を形成することができる。このような積層体の形成は層間への空気の混入を防止するために真空中で行なわれることが望ましい。これは、例えば、特開平11-283,279号公報に記載されているような真空接着装置を用いて行うことができる。なお、積層体を形成するために使用できる真空接着装置については後述する。

【0013】

なお、積層体は被研削基材の研削中に使用される水が浸入せず、また、基材の脱落が生じないように各層間の接着力を有するように設計され、また、光熱変換層が研削された基材粉塵を含む水流（スラリー）により磨耗されないような耐磨耗性となるように設計されることが望ましい。

【0014】

以下の態様において、限定するわけではないが、放射エネルギーとして、レーザー光を用いている。また、半導体ウエハとしてはシリコンウエハを用いている。

【0015】

図2には、上記のような積層体を製造するのに適した真空接着装置の断面図が示されている。真空接着装置20は真空チャンバー21、真空チャンバー21内にあり、シリコンウエハ2又は支持体5のいずれか一方を配置するための支持部22、真空チャンバー21内にありかつ支持部22の上方において鉛直方向に移動することができる、支持体5又はシリコンウエハ2の他方を保持／開放するための保持／開放手段23を含む。真空チャンバー21は真空ライン24及び真空バルブ25を介して減圧装置（図示していない）に接続されており、真空チャンバー21内を減圧することができるようになっている。また、上記の保持／開放手段23は、鉛直方向に上下に移動することができるシャフト26、シャフト26の先端にある接面部27、接面部27の周辺部にある板ばね28、板ばね28上から延びている保持用ツメ29を具備している。図2（a）に示すように、板ばね28は真空チャンバー21の上面と接しているときには、板ばね28が圧縮されて、保持用ツメ29が鉛直方向に向けられ、支持体5又はウエハ2を周縁部で保持するようになっている。一方、図2（b）に示すように、シャフト26を下方に押し下げ、支持体5又はウエハ2が支持部に配置されているウエハ2又は支持体5と近接したときに、板ばね28とともに保持用ツメ29は開放されて、支持体5とウエハ2が重ね合わされるようになっている。

【0016】

この真空接着装置20を用いて、具体的には、以下のとおりに積層体が製造できる。まず、上記のとおり、支持体上に光熱変換層を形成し、光熱変換層が形成された支持体5を用意する。一方、積層しようとするウエハ2を用意する。ここで、支持体5の光熱変換層及びウエハ2のいずれか一方又は両方の上に接着剤を適用する。このように、用意された支持体5及びウエハ2を上記のとおり真空接着装置20の真空チャンバー21内に図2（a）のように配置し、減圧装置で減圧し、その後、シャフト26を押し下げて、図2（b）に示すように積層し、大気開放した後に、さらに、支持体5の側から光硬化型接着剤に光を照射することで硬化させ、積層体が得られる。

【0017】

図3には、本発明で有用な研削装置の部分断面図が示されている。研削装置30は、台座31と、スピンドル32の下端部に回転可能に取り付けられた研削砥石33を含む。台座31の下方には吸引口34があり、吸引口34は減圧装置（図示しない）に連結されている。これにより、被研削体は吸引され、研削装置30の台座31に固定される。図1に示されるような本発明の積層体1を用意し、これを被研削体とする。積層体1の支持体側

を研削装置30の台座31に設置し、減圧装置による吸引で固定する。その後、積層体1に水流を与えながら、回転している研削砥石33を接触させ、研削を行う。研削は150 μm 以下の極薄肉まで行うことができ、好ましくは50 μm 以下まで行われ、さらに好ましくは25 μm 以下まで行われる。

【0018】

所望のレベルまで半導体ウエハの研削を行った後に、研削された半導体ウエハをダイシングし、複数の半導体チップへと切断する。研削後の積層体1の半導体ウエハ2の回路面は接着剤層3側にあるので、回路面のスクライブライン（切断すべきライン）を外側から直接的に観測することができない。このため、ダイシング装置は、内側の回路面を観測できる機能を有することが必要である。図4は、本発明に使用されうるダイシング装置の概略図を示している。積層体1は上記の研削装置のような減圧機構でチャックテーブル41に固定される。ここで、図4(a)は、積層体の上方に光源と、電荷結合素子(CCD)とを備えた画像認識装置43を有する装置を示し、図4(b)は、積層体の下方に光源と、電荷結合素子(CCD)とを備えた画像認識装置43を有する装置を示している。図4(a)の装置では、光源としては赤外線などの半導体ウエハを透過する光を利用し、また、かかる光に感受性のCCDを利用する必要がある。一方、図4(b)の装置では、可視光や紫外線などの光透過性支持体及び光熱変換層を通過する光を利用し、また、かかる光に感受性のCCDを利用する必要がある。光源から照射した光は半導体ウエハの回路面で反射して、その光をCCDで電気信号に変換することで、回路面上のスクライブラインを画像として認識することができる。このようにして認識したスクライブラインに基づいて、ダイシングブレード42で半導体ウエハのダイシングを行なう。なお、研削された半導体ウエハにダイボンディングテープを貼り付けた後にダイシングを行うと、ダイボンディング付き半導体チップを形成することができるので好ましい。しかしながら、ダイボンディングテープは一般に、赤外線の透過を阻害することがある。また、シリコンウエハの光学特性は不純物に左右され、不純物のドーピング量が増大するにつれて、赤外線透過率が低下してくることもある。そのような場合には、図4(b)のタイプの装置を用いればよい。

【0019】

ダイシングを行なった後に、積層体1を取り外し、次の工程に搬送し、レーザー光によるチップと支持体との分離及びチップからの接着剤層の剥離の工程が行われる。図5は、支持体の分離及び接着剤層の剥離の工程図を示している。上記のダイシング工程のとおり、積層体1のチップ側には場合によりダイボンディングテープ51が配置されており（図5(a)）、又は、ダイボンディングテープ51が配置されていない（図5(a')）。複数のチップを有する積層体1のチップ側に粘着テープ52を配置する。粘着テープ52は、通常、リング状の金属フレーム53で平面内で固定されている（図5(b)）。次に、積層体1の支持体側からレーザー光54の照射を行う（図5(c)）。レーザー光の照射後に、支持体5を引き上げ、チップ6から支持体5を分離する（図5(d)）。最後に、接着剤層3をピールにより剥離し、薄肉化されたチップ6を得ることができる（図5(e)）。なお、粘着テープ52は接着剤層3の除去の際に個々のチップ6を固定するには十分であるが、接着剤層3の除去後には容易に剥離されうるような粘着力を有するべきである。

【0020】

図6には、レーザー光照射工程などに使用できる積層体固定装置の断面図が示されている。積層体1は固定装置60に対して支持体が上面となるように固定台61上に設置される。固定台61は焼結金属などの多孔質金属又は表面粗さをもった金属から形成されている。このような固定台61の下方から真空装置（図示していない）により減圧することにより、積層体1を固定台61に吸引により固着させる。この真空吸引力は後の工程の支持体の分離及び接着剤層のピール剥離の際に脱落しない程度に強固なものであることが望まれる。このように固定した積層体に対してレーザー光を照射する。レーザー光としては、光熱変換層が吸収する光の波長で、この光熱変換層の熱分解性樹脂が分解して分解ガスを

発生し、支持体とウエハとを分離するのに十分であるような出力をもったレーザー光源が選択される。例えば、YAGレーザー（波長1064 nm）、2倍高調波YAGレーザー（波長532 nm）、半導体レーザー（波長780～1300 nm）を用いることができる。

【0021】

レーザー照射装置としては被照射面に所望のパターンが形成されるようなレーザービームを走査することができかつレーザー出力、ビーム移動速度を設定することができるものを選択する。また、被照射物（積層体）の加工品質を安定化させるために、焦点深度が深いものを選ぶ。装置設計上の寸法精度にも依存するので特に限定されないが、30 μ m以上の焦点深度が望ましい。図7には本発明で使用可能なレーザー照射装置の斜視図が示されている。図7（a）のレーザー照射装置70はX軸及びY軸からなる二軸構成のガルバノメータを備えているものであり、レーザー発振器71から発振されたレーザー光はY軸ガルバノメータ72で反射し、さらにX軸ガルバノメータ73で反射して固定台上の積層体1に照射されるようになっている。照射位置はガルバノメータ72及び73の向きにより決まる。図7（b）のレーザー照射装置70は、一軸のガルバノメータ又はポリゴンミラー74及びそれらのスキャン方向に直交する向きに可動するステージ76を備えたものである。レーザー発振器71からのレーザー光はガルバノメータ又はポリゴン74で反射し、さらにホールドミラー75で反射して、可動ステージ76上の積層体1に照射される。照射位置はガルバノメータ又はポリゴン74の向き及び可動ステージ76の位置により決まる。図7（c）はレーザー発振器71をXYの2軸方向に移動する可動ステージ76に載せ、積層体1の全面にレーザーを照射するものであり、図7（d）は固定されたレーザー発振器71と、積層体1がXYの2軸方向に移動する可動ステージ76からなるものである。また、図7（e）は1軸方向に移動することができる可動ステージ76'にレーザー発振器71を載せ、それに直交する方向に移動することができる可動ステージ76''に積層体1を載せた構成である。

レーザー照射によって、積層体1のチップへのダメージが懸念される場合には、隣接領域へのダメージを抑制するために、急峻なエネルギー分布をもち、隣接領域への漏れエネルギーが僅かであるように、トップハット形状（図7（f）参照）にすることが望ましい。そのようにビーム形状を変える方法として、（a）音響・光学素子によりビームを偏向させる方法、屈折・回折を利用してビームを成型する方法、（b）アパチャー、スリットなどを使って、ビームの両端の広がり部分をカットする方法などがある。

【0022】

レーザー照射エネルギーはレーザーパワー、ビームのスキャン速度及びビーム径で決まる。特に限定するわけではないが、使用可能なレーザーパワーは、例えば、0.3～100ワット（W）であり、スキャン速度は0.1～40メートル/秒（m/秒）であり、ビーム径は5 μ m～300 μ mあるいはそれ以上である。この工程の速度を高めるためには、レーザーパワーを高くして、それにより、スキャン速度を上げることである。また、ビーム径が大きいほど、スキャン回数を減らすこともできるので、レーザーパワーに余裕がある場合にはビーム径を上げることも考えられる。

【0023】

レーザーの照射によって光熱変換層中の熱分解性樹脂が分解してガスが発生し、層内部に亀裂が生じて光熱変換層自体が分離する。この亀裂部同士の間に入り込むと、亀裂部同士の再接着を防止することができる。そこで、空気の侵入を容易にするように、ビームの走査は積層体の端部から行ない、かつ隙間なく行うことが望ましい。

また、光熱変換層は後述のとおり、ガラス転移温度（T_g）が室温（20℃）以上であることが望ましい。これは、T_gが低すぎると、分解した樹脂の冷却時に、分離された亀裂部同士が再接着することにより、剥離できなくなることがあるからである。再接着は支持体の自重により、光熱変換層の亀裂部同士が付着することにより生じるものと考えられる。このため、レーザー照射は鉛直方向下方から上方に向けて行う（すなわち、支持体は下側になるような配置でレーザー照射する）などして、支持体の自重がかからないように

工夫することにより再接着を防止することができる。

【0024】

レーザー光を積層体の端部から照射するためには、端部からウエハ（ダイシングされた複数のチップ）の接線方向に直線状に往復しながら照射していく方法と、レコードのように端部から中央にむかってスパイラル状に照射していく方法が考えられる。

【0025】

レーザー照射後に、ウエハをダイシングした後のチップ群から支持体を分離するが、この作業には、一般的なバキュームによるピックアップが用いられる。ピックアップは真空装置に連結された筒状部材の先端に吸盤が装着されたものである。図8には、チップと支持体との分離操作に用いられるピックアップの模式図を示す。図8(a)の場合には、ピックアップ80は支持体5の中央に装着し、垂直方向に引き上げることで引き剥がす。あるいは、図8(b)に示すように、支持体5の端部にピックアップ80を装着し、チップ6と支持体5との間に空気が入り込むように側部から圧縮空気(A)を吹き付けながら剥離することで、より容易に剥離させることも可能である。

【0026】

支持体を除去した後に、チップ上の接着剤層を除去する。図9には、接着剤層の剥離の様子を示す模式図が示されている。接着剤層3の除去には、好ましくは、チップ6と接着剤層3との接着力よりも高い接着力を接着剤層3との間に形成することができる接着剤除去用粘着テープ90を用いることができる。このような粘着テープ90を接着剤層3の上に接着させ、次いで、矢印の方向にピールすることにより、接着剤層3は除去される。このようにして、粘着シート52上に付着した状態の複数のチップ6を得ることができる。

その後、個片化されているチップ6を粘着テープ52から一個ずつピックアップし、パッケージングの形態に応じてリードフレーム、インタポーザおよび積層型の場合は別のチップ上に接合するダイボンディング工程に移る。ダイボンディングテープが貼り付けられていないチップの場合は、接合剤として樹脂または接着フィルムがここで用いられる。

さらに、チップ端子とリードフレームのインナリードとの間を接続するワイヤボンディング、樹脂で固めて外力による損傷および不純物の混入を防ぐ封止（モールド工程）、リード表面にはんだメッキあるいはディップを行なうリード表面処理、パッケージを個別に切り出す切断・成型工程を経て、組立工程が完了する。

【0027】

以下において、本発明の半導体チップの製造方法用いる各要素について説明する。
半導体ウエハ

半導体ウエハは、パッケージの薄型化やチップの積層技術による高密度化に対する対応のために、薄型化される薄型化はパターン形成されたウエハの面（回路面）とは反対側の面での裏面研削により行なわれる。チップ化しようとする半導体ウエハは、例えば、シリコンやガリウムヒ素(GaAs)などである。

【0028】

光透過性支持体

光透過性支持体は本発明において使用されるレーザー光などの放射エネルギーや、光硬化型接着剤の硬化のための光（例えば、紫外線）を透過することができるものであり、半導体ウエハを平坦な状態に維持し、研削作業・搬送時に破損しない材料であることが求められる。支持体の光透過性は、光熱変換層への放射エネルギーの透過を妨げずに、実用的な強度の放射エネルギーで光熱変換層の分解を行うことができるものであり、かつ、接着剤硬化のための光の透過をさまたげないものであればよいが、透過率は、例えば、50%以上であることが望ましい。また、研削時の半導体ウエハの反りを防止するために十分な剛性を有することが望ましく、支持体の曲げ剛性は好ましくは 2×10^{-3} (Pa m³)以上であり、より好ましくは 3×10^{-2} (Pa m³)以上である。有用な支持体としては、ガラス板、アクリル板などが挙げられる。また、光熱変換層などの隣接層との接着力を高めるために、支持体は必要に応じてシランカップリング剤などで表面処理されてもよい。

【0029】

さらに、支持体は、放射エネルギー照射時に光熱変換層で発生する熱、研削時の摩擦熱などにより高温にさらされることがある。或いは、半導体チップを支持体から剥離させる前に、金属膜を形成する目的で乾式メッキ（蒸着スパッター）、湿式メッキ（無電解、電解）、メッキ、エッチングなどのプロセスを追加することがある。また、特にシリコンウエハの場合、酸化膜を形成するために高温処理される場合がある。このようなプロセス条件に応じて、耐熱性、耐薬品性、低膨張率を備えた支持体を選択される。このような特性を備えた支持体としては、合成ガラス、ホウケイ酸ガラス、サファイアガラスなどのガラス、例えば、パイレックス（登録商標）、コーニング#1737及び#7059（コーニング社より入手可能）、テンパックス（ショットガラス社より入手可能）が挙げられる。

【0030】

また、裏面研削工程の後、ダイシングの前に、中間工程として薬液による半導体表面のエッチングを行なうことがある。この工程は、研削によって生じた半導体ウエハの裏面の破碎層（ダメージ層）を除去し、ウエハの抗折強度を上げるために行なう。あるいは、半導体ウエハ薄型化工程の最後の段階として数十 μm を、エッチングで除去する場合もある。半導体ウエハがシリコン単結晶の場合には、エッチング薬液はフッ化水素を含む混酸が一般的に用いられるが、支持体がガラス（サファイアガラスを除く）の場合、薬液によって支持体のエッジ部もエッチングされてしまう。この現象は、支持体の再使用において問題となるが、耐酸性（耐エッチング薬液性）の保護コートを予めガラス基板上に設けることにより、ガラスをフッ化水素による腐蝕から保護することができる。保護膜としては、耐酸性の樹脂が利用でき、ある特定の有機溶剤に溶解し、溶液形態で塗布し、乾燥することによってガラス基板上に固定化されうるものが望ましい。また、ガラス支持体を半導体ウエハから分離するために照射されるレーザー波長の光を十分な量で透過することが必要となる。このような観点から、例えば、分子内に縮合系結合を含まない非晶性ポリオレフィン、環状オレフィン・コポリマー、ポリ塩化ビニルなどが保護膜として使用できる。

【0031】

半導体ウエハの研削後の厚さの均一性を得るために、支持体の厚さは均一であることが望ましい。例えば、シリコンウエハを50 μm 以下に薄肉化し、その均一性を $\pm 10\%$ 以下にするためには、支持体の厚さのばらつきは $\pm 2\mu\text{m}$ 以下に抑えるべきである。また、支持体を繰り返し使用することを望むならば、耐スクラッチ性であることも望ましい。また、繰り返し使用のためには、放射エネルギーによる支持体へのダメージを抑制するように、放射エネルギーの波長と支持体とを選択する必要がある。例えば、支持体としてパイレックス（登録商標）ガラスを用い、3倍高調波YAGレーザー（355nm）を照射した場合には、支持体と、ウエハのダイシング後の半導体チップとの分離を行うことは可能であるが、このような支持体はこのレーザー波長での透過率が低く、放射エネルギーを吸収することになり、結果として、支持体は熱ダメージを受け、再使用できなくなることがある。

【0032】

光熱変換層

光透過性支持体の上には光熱変換層が設けられる。光熱変換層は光吸収剤及び熱分解性樹脂を含む。光熱変換層にレーザー光などの形態で照射された放射エネルギーは、光吸収剤によって吸収され、熱エネルギーに変換される。発生した熱エネルギーは光熱変換層の温度を急激に上昇させ、やがてその温度は光熱変換層中の熱分解性樹脂（有機成分）の熱分解温度に達し、樹脂が熱分解する。熱分解によって発生したガスは光熱変換層内でボイド層（空隙）を形成し、光熱変換層を2つに分離し、支持体と半導体チップは分離される。

【0033】

光吸収剤は、使用する波長の放射エネルギーを吸収するものである。放射エネルギーとしては、通常、300~2000nm、好ましくは300~1100nmの波長のレーザー光が考えられ、具体的には、1064nmの波長の光を発生するYAGレーザー、532nmの波長の2倍高調波YAGレーザー、780~1300nmの波長の半導体レーザ

ーが挙げられる。レーザー光の波長にもよるが、光吸収剤としては、例えば、カーボンブラック、グラファイト粉、鉄、アルミニウム、銅、ニッケル、コバルト、マンガン、クロム、亜鉛、テルルなどの微粒子金属粉末、黒色酸化チタンなどの金属酸化物粉末、あるいは、芳香族ジアミノ系金属錯体、脂肪族ジアミン系金属錯体、芳香族ジチオール系金属錯体、メルカプトフェノール系金属錯体、スクアリリウム系化合物、シアニン系色素、メチン系色素、ナフトキノ系色素、アントラキノ系色素などの染料又は顔料を用いることができる。あるいは、金属蒸着膜を含む膜状の形態などであってもよい。光吸収剤の中で、カーボンブラックは特に有用である。というのは、カーボンブラックは放射エネルギー照射後の半導体チップと支持体との剥離に要する力、すなわち、剥離力を有意に低下させ、分離性を促進するからである。また、光吸収体として、染料（レーザー光の波長を選択的に吸収しそれ以外の波長域を透過させる染料）をカーボンブラックと併用することは、ダイシング工程でアライメントのために利用する光を選択的に透過させる光熱変換層を形成する際に特に有用である。

【0034】

光熱変換層中の光吸収剤の濃度は、光吸収剤の種類、粒子形態（ストラクチャー）及び分散度などによっても異なるが、粒径5～500nm程度の一般的なカーボンブラックの場合には、通常、5～70体積％である。5体積％未満の濃度では光熱変換層の発熱が熱分解性樹脂の分解のためには不十分になるおそれがある。また、70体積％を超えると、光熱変換層の成膜性が悪くなり、隣接層との接着不良などを生じやすくなる。また、カーボンブラックの量が多量でありすぎると、半導体ウエハと光透過性支持体との固定のための光硬化型（例えば、UV硬化型）接着剤の硬化のための紫外線などの硬化光の透過率が低くなってしまう。したがって、カーボンブラックの量は好ましくは60体積％以下とすべきである。放射エネルギー照射後に支持体を除去する際の剥離力を小さくし、研削中の光熱変換層の磨耗を防止するために、カーボンブラックは光熱変換層中に20～60体積％の量で含まれることが好ましく、より好ましくは35～55体積％の量で含まれる。

【0035】

熱分解性樹脂としては、ゼラチン、セルロース、セルロースエステル（例えば、酢酸セルロース、ニトロセルロース）、ポリフェノール、ポリビニルブチラール、ポリビニルアセタール、ポリカーボネート、ポリウレタン、ポリエステル、ポリオルトエステル、ポリアセタール、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン、塩化ビニリデンとアクリロニトリルとの共重合体、ポリ（メタ）アクリレート、ポリ塩化ビニル、シリコーン樹脂及び／又はポリウレタン単位を含むブロックコポリマーなどを単独で又は2種以上混合して使用することができる。また、熱分解性樹脂の熱分解によりボイド層を形成して分離した光熱変換層が再接着しないように、樹脂のガラス転移温度（ T_g ）は室温（20℃）以上であることが望ましく、再接着を防止するために、さらに好ましくは T_g は100℃以上である。また、光透過性支持体がガラスである場合には、ガラスと光熱変換層の接着力を高めるために、ガラス表面のシラノール基と水素結合しうる極性基（例えば、 $-COOH$ 、 $-OH$ など）を分子内に持つ熱分解性樹脂を用いることができる。さらに、ケミカルエッチングなどの薬液処理を必要とする用途への応用では、光熱変換層に耐薬品性を付与するために、熱処理により自己架橋しうる官能基を分子内に持つ熱分解性樹脂や、紫外線・可視光で架橋可能な熱分解性樹脂或いはその前駆体（モノマー・オリゴマーの混合物など）を用いることもできる。

【0036】

透明フィラー

光熱変換層は、必要に応じて、透明フィラーを含むこともできる。透明フィラーは、熱分解性樹脂の熱分解によりボイド層を形成して分離した光熱変換層が再接着しないように作用する。このため、半導体ウエハの研削およびダイシング後に放射エネルギーを照射した後に、半導体チップと支持体との分離のための剥離力をさらに低くすることができる。また、再接着を防止することができるので、熱分解性樹脂の選択の幅も広がる。透明フィラーとしては、シリカ、タルク、硫酸バリウムが挙げられる。カーボンブラックなどの粒

状の光吸収剤を使用した場合に、剥離力を低下させる作用があるが、可視光や紫外線の透過を妨げる作用もある。このため、光硬化型（例えばUV硬化型）接着剤の硬化が十分に行えないか、又は、非常に長時間を要することがある。このような場合には、透明フィラーを添加することにより、光硬化型接着剤の硬化を妨げることなく、放射エネルギー照射後のチップと支持体との剥離容易性を上げることができる。透明フィラーの量は、カーボンブラックなどの粒状光吸収剤を用いる場合には、それとの合計量で決めることができる。光熱変換層中の粒状光吸収剤（例えば、カーボンブラック）と透明フィラーとの総量は光熱変換層の体積を基準にして、5体積%～70体積%であることが望ましい。このような場合には、チップと支持体との分離のための剥離力が十分に低くなるからである。しかしながら、このような剥離力は粒状光吸収剤及び透明フィラーの粒子形態によっても影響を受ける。すなわち、粒子形態が球形に近い場合よりも、複雑な粒子形態（ストラクチャーの発達した粒子形態）の場合のほうが、少量でも剥離力が有効に低下されることがある。このため、粒状光吸収剤と透明フィラーとの総量は「臨界フィラー体積濃度」を基準に規定されることもある。用語「臨界フィラー体積濃度（CFVC）」とは、粒状光吸収剤と透明フィラーとの混合物が乾燥状態で静置されたときに、その空隙体積をちょうど満たす量の熱分解性樹脂とフィラーが混合されたときのフィラーの体積濃度を意味する。すなわち、粒状光吸収剤と透明フィラーとの混合物の空隙体積をちょうど満たす量の熱分解性樹脂とフィラーが混合されたときのフィラーの体積濃度はCFVCの100%であるという。光熱変換層中の粒状光吸収剤と透明フィラーとの総量は、好ましくは、CFVCの80%以上であり、より好ましくは90%以上である。このような場合には、エネルギー照射後に、チップと支持体とは容易に剥離される。

【0037】

光熱変換層は、さらに、必要に応じて、他の添加剤を含むこともできる。例えば、熱分解性樹脂をモノマーもしくはオリゴマーの形態で塗布し、その後、重合や硬化を行うことにより層を形成する場合には、光重合開始剤を含んでよい。また、ガラスと光熱変換層の接着力を高めるためのカップリング剤の添加（インテグラルブレンッド法）、耐薬品性向上のための架橋剤の添加はそれぞれの目的において有効である。また、光熱変換層の分解による分離を促進するために、低温ガス発生体を含ませることができる。代表的な低温ガス発生体としては発泡剤や昇華剤が利用できる。発泡剤としては、炭酸水素ナトリウム、炭酸アンモニウム、炭酸水素アンモニウム、炭酸亜鉛、アゾジカーボンアミド、アゾビスイソブチロニトリル、N, N'-ジニトロソペンタメチレンテトラミン、p-トルエンスルホンヒドラジン、p, p'-オキシビス（ベンゼンスルホンヒドラジド）などが挙げられる。昇華剤としては、2-ジアゾ-5, 5-ジメチルシクロヘキサン-1, 3-ジオン、樟脳、ナフタレン、ボルネオール(borneol)、ブチラミド、バレラミド、4-tert-ブチルフェノール、フラン-2-カルボン酸、無水コハク酸、1-アダマンタノール、2-アダマンタノンなどが挙げられる。

【0038】

光熱変換層は、カーボンブラックなどの光吸収剤と、上記の熱分解性樹脂と溶剤を混合して、前駆体塗布液を形成し、この塗布液を支持体上に塗布し、乾燥することによって形成できる。或いは、熱分解性樹脂の溶液の代わりに、光吸収剤と、上記の熱分解性樹脂の原料となるモノマーもしくはオリゴマーと、場合により、光重合開始剤などの添加剤、さらには必要ならば溶剤を混合して、前駆体塗布液を形成し、この塗布液を支持体上に塗布し、乾燥し、重合・硬化することによっても形成できる。塗布には、スピンコーティング、ダイコーティング、ロールコーティングなどの硬質支持体上への塗布に好適な一般的な塗布法が使用できる。

【0039】

一般に、光熱変換層の厚さは、支持体とチップの分離を可能にするかぎり限定されないが、通常は、0.1 μm 以上である。0.1 μm 未満であると、十分な光吸収を行うために要求される光吸収剤の濃度が高くなり、このため、成膜性が悪くなり、結果として、隣接層との接着不良を起こすことがあるからである。一方、光熱変換層の熱分解による分離

を可能にするために要求される光吸収剤の濃度を一定に保ちつつ、光熱変換層の厚さを $5\ \mu\text{m}$ 以上にすると、光熱変換層（又はその前駆体）の光透過率が低くなる。このため、紫外線（UV）硬化型などの光硬化性の光熱変換層や接着剤層の硬化が阻害され、十分に硬化された硬化物を得ることができないことがある。よって、紫外線硬化型などの光熱変換層においては、放射エネルギー照射後に支持体からチップを分離するのに要する剥離力を小さくし、研削中の光熱変換層の磨耗を防止するために、光熱変換層の厚さは好ましくは $0.3\sim 3\ \mu\text{m}$ であり、より好ましくは $0.5\sim 2.0\ \mu\text{m}$ である。

【0040】

光硬化型接着剤

光硬化型接着剤は半導体ウエハを光熱変換層を介して支持体に固定するために用いられる。光熱変換層における分解によるチップ（ウエハのダイシングにより形成される）と支持体との分離の後には、光硬化型接着剤が付着した状態でチップが得られる。このため、接着剤層はピールにより基材から容易に剥離されうるものであることが必要である。したがって、接着剤はウエハを支持体に固定するためには十分な接着力を有するが、ピールにより剥離されうるために十分に低い接着力を有するものである。本発明において使用可能な接着剤としては、（1）ウレタンアクリレート、エポキシアクリレート又はポリエステルアクリレートなどの重合性ビニル基を有するオリゴマー及び／又は（2）アクリルもしくはメタクリルモノマーに光重合開始剤、及び、場合により、添加剤を添加したUV硬化型接着剤は好適に使用される。添加剤としては、増粘剤、可塑剤、分散剤、フィラー、難燃剤及び熱老化防止剤などが挙げられる。

【0041】

特に、シリコンウエハの回路パターンの凹凸に接着剤層を充填させ、均一な厚さとするためには、接着剤は塗布及び貼り合わせ作業の際の温度（例えば、 25°C ）で、粘度が $10000\ \text{cps}$ 未満であることが望ましい。このような液状接着剤は後述する種々の方法の中で、スピンコーティング法により塗布されることが好ましい。このような接着剤としては、UV硬化型、可視光硬化型接着剤が特に好ましい。というのは、上記の理由から、接着剤層の厚さを均一にすることができることに加えて、工程スピードが速いからである。

また、硬化後の接着剤の 25°C での貯蔵弾性率が $5\times 10^8\ \text{Pa}$ 以上であることが望ましい。というのは、1つには、半導体ウエハの研削時にかかる応力によって、歪むことがなく、そのため、極薄まで均一に半導体ウエハを研削することが可能になるからである。さらには、ダイシング時にかかる局所的な応力によるチップングを防止することができるからである。

【0042】

さらに、光硬化型接着剤は半導体ウエハ上で硬化されると、硬化収縮によって接着面積が減少して、ウエハに対する接着力が低下する傾向がある。十分な接着力を確保するためには、ガラス転移温度（ T_g ）を超えて加熱することで接着力を回復するものであることが望ましい。このような接着剤は $25^\circ\text{C}\sim 180^\circ\text{C}$ の温度で測定される貯蔵弾性率の最小値が $3.0\times 10^7\ \text{Pa}$ 以上でかつ $7.0\times 10^7\ \text{Pa}$ 以下であるものである。貯蔵弾性率最小値が高すぎると、十分な接着力が得られず、ウエハ／接着剤層界面への水の進入、ウエハのエッジ欠け（チップング）、ウエハの中央部分での破損が生じることがある。また、貯蔵弾性率最小値が低すぎると、ダイボンディングテープへの貼り合わせ工程に代表される加熱工程後に、接着剤層のピール除去が困難になることがある。

【0043】

さらに、研削時のウエハ／接着剤層界面の最高到達温度（通常、 $40^\circ\text{C}\sim 70^\circ\text{C}$ 、例えば、 50°C ）における貯蔵弾性率が $9.0\times 10^7\ (\text{Pa})$ 以上であることが望ましく、 $3.0\times 10^8\ (\text{Pa})$ 以上であることがより望ましい。このような範囲であると、研削時の研削刃による垂直方向の押圧によって、シリコンウエハが破損するほどに接着剤層が局部的な変形を生じることがないからである。

【0044】

なお、本明細書中において、用語「貯蔵弾性率」又は「弾性率」は温度上昇モード (Temp ramp mode)、引張モード、周波数1Hz、歪み (Strain) 0.04%、昇温速度5℃/分、サンプルサイズ22.7mm×10mm×50μmの接着剤で測定された貯蔵弾性率を意味する。このような貯蔵弾性率はレオメトリックス社製 SOLIDS ANALYZER RSA II (商品名) を使用して測定されうる。

【0045】

上記の条件を全て満たす、光硬化型接着剤としては、分子量が3000以上である2官能ウレタン (メタ) アクリレートオリゴマーの総量が40重量%以上、2官能 (メタ) アクリルモノマーの総量が25重量%以上である接着剤が挙げられ、好適に用いられるが、必要特性 (接着力、機能的性質) を示す接着剤であれば、特に限定されることはない。

【0046】

接着剤層の厚さは半導体ウエハの研削に必要とされる厚み均一性と、ダイシング及び支持体除去後のチップからの接着剤層のピール剥離に必要な引き裂き強度を確保し、ウエハの表面の凸凹を十分に吸収できるものであれば、特に限定されないが、接着剤の厚さは典型的には10~150μmであり、好ましくは25~100μmである。

【0047】

別の態様において、接着剤層は異なる接着特性の領域を含むことができる。この領域は接着剤配合の調節 (例えば、接着剤中の硬化剤のより高い又はより低い濃度の領域及び/又は異なる接着剤のパターンコーティング)、又は、硬化レベルの調節 (例えば、所定のパターンで光硬化エネルギーの一部もしくは全部を遮蔽するための半透明なもしくは不透明なマスクを用いる) を伴うことができる。

1つの有用な例は、中央領域よりもウエハに対する接着力の高いエッジ領域を伴う。この態様において、半導体ウエハの周辺部において、上記の接着剤と上記の半導体ウエハとの間に第二の接着剤層を設けてもよい。この外周部分はエッジ欠けや剥がれなどの典型的な欠陥が研削プロセスにおいて生じる部分である。この外周部分において、より高い接着力で半導体ウエハが支持される場合に、これらの欠陥は抑制され、最少化され、又は、さらには無くすことさえできる。上記の第二の接着剤層は第一の接着剤層 (主接着剤層) と比較して、相対的に大きな接着力を有し、そして上記の第一の接着剤層とともに照射により硬化され、その後、2つの接着剤は一緒にピール除去されることができる。

上記の第二の接着剤層を適用すると、半導体ウエハの外周部分においてのみ接着力が増加し、半導体ウエハの中央部分 (デバイス部分) での接着剤層のピール除去の容易性を維持することができる。第二の接着剤層の厚さは特に限定されない。ある様態では、この第二の接着剤層は、第一、第二の接着剤の積層部分が、他の領域の接着剤層の厚さよりも大きくならないように、他の領域の接着剤層の厚さよりも小さい厚さで用いられることが好ましい。上記の第二の接着剤層の貯蔵弾性率が上記の第一の接着剤層の貯蔵弾性率よりも低い態様において、全体の接着剤層の機械特性は、上記の第二の接着剤層の厚さを非常に薄くすることにより有意に悪影響を受けることはない。もう1つの態様において、中央領域の第一の接着剤の外周部に沿った形で同心の第二の接着剤が環状に適用される。

第二の接着剤材料領域の適用は既知のどの手段によっても行なえる。例えば、第二の接着剤は所望の領域 (例えば、ウエハエッジ領域) にノズルを用いてディスペンスされ、そしてスピンコーティングされることができ、これらのことは第一の接着剤を適用する前もしくは後、又は同時に行なわれてよい。この方法で、全体としての接着剤の平坦さが維持される。

第二の接着剤がより高いウエハ表面に対する接着力を有する1つの態様において、第二の接着剤は極性基を有するモノマーを含むことができる。1つの態様において、この第二の接着剤の機械特性 (E') は第一の接着剤の機械特性よりも若干低い。

【0048】

添加されうる更なる添加剤

本発明の半導体チップの製造方法では、レーザー光などの放射エネルギーにより、ウエハ回路がダメージを受けることが考えられる。このような回路ダメージを回避するために

、放射エネルギーの波長の光を吸収する染料や反射する顔料を接着剤層や光熱変換層などのいずれかの層に含ませるか、或いは、光熱変換層とウエハとの間に新たに設ける層に含ませることもできる。レーザーを吸収する染料としては、使用するレーザー光の波長付近に吸収ピークを持つ染料（例えば、フタロシアニン系染料、シアニン系染料）が挙げられる。レーザー光を反射する顔料としては、酸化チタンなどの無機白色顔料が挙げられる。

【0049】

本発明の用途

本発明で製造される半導体チップは、例えば、以下の用途に用いる場合に有効である。

1. 高密度実装を目指した積層型CSP (Chip Size Package)

これは複数の大規模集積回路 (LSI) や受動部品を単一のパッケージに収め、多機能化や高性能化を実現するシステムインパッケージと呼ばれるデバイス形態の1つで、スタックドマルチチップパッケージと呼ばれるものである。本発明によれば、 $25\mu\text{m}$ 以下のチップを安定的に歩留まりよく、製造することができるので、この用途に有効である。

2. 高機能化・高速化を要求する貫通型CSP

これは貫通電極により、チップ間を接続することで、配線長さを短縮して電気的特性を向上させるものである。貫通電極を形成するための貫通孔の形成、貫通孔への銅 (Cu) の埋め込みなどの技術的課題からチップ厚をさらに薄くすることが望まれている。このような構成のチップを本発明の積層体を用いて順次形成していく場合には、チップの裏面に絶縁膜及び電極を形成する必要がある、積層体に耐熱性及び耐薬品性が要求される。このような場合にも、上記のような支持体、光熱変換層及び接着剤層の選択を行えば、本発明を有効に応用することが可能である。

3. 放熱効率を改善し、電気特性・安定性を向上させた極薄化合物半導体 (GaAs など)

ガリウムヒ素などの化合物半導体はシリコンよりも優れた電気特性 (高い電子移動度、直接遷移型バンド構造) から、高性能ディスプレイチップ、レーザーダイオードなどに用いられている。それらの性能は本発明の方法を用いることで、チップを薄くし、放熱効率を上げることににより改善される。現状では、グリースやレジスト材で支持体であるガラス基板に半導体ウエハを接合させて、薄研削及び電極形成を行っている。このため、プロセス終了後のガラス基板からのチップの剥離には溶剤などによる接合材の溶解が必要である。したがって、剥離に要する時間が数日以上といった長時間にわたることに加えて、廃液処理の問題がある。本発明の方法を用いた場合には、このような問題を解決することができる。

【実施例】

【0050】

以下において実施例により、本発明をさらに説明する。

実施例 1

光透過性支持体として、直径 204mm × 厚さ 1.0mm のガラス基板を用い、半導体ウエハとして、直径 200mm × 厚さ $750\mu\text{m}$ のシリコンウエハを用いた。ガラス基板に下記の表1に記載される組成の光熱変換層前駆体の10%溶液 (プロピレングリコールメチルエーテルアセテート溶剤中) をスピンコートにより塗布する。これを加熱により乾燥し、 $1500\text{mJ}/\text{cm}^2$ の量で紫外線 (UV) 照射して硬化させて支持体上に光熱変換層を形成した。一方、ウエハに下記の表2に記載される組成の接着剤前駆体を同様にスピンコートにより塗布し、図2に示すような真空接着装置内でガラス基板とウエハとを貼り合せて、それに $1500\text{mJ}/\text{cm}^2$ の量でUV照射して接着剤層前駆体を硬化させて、積層体を得た。この積層体はガラス基板/光熱変換層/接着剤層/シリコンウエハの構成であり、光熱変換層の厚さは $0.9\mu\text{m}$ であり、接着剤層の厚さは $50\mu\text{m}$ であり、接着面積は 314cm^2 であった。

【0051】

なお、上記の接着剤前駆体からサンプルサイズ $22.7\text{mm} \times 10\text{mm} \times 50\mu\text{m}$ の接着剤を別途、製造した。このサンプルを温度上昇モード (Temp ramp mode)、

引張モード、周波数1Hz、歪み (Strain) 0.04%、昇温速度5℃/分で、レオメトリックス社製 SOLIDS ANALYZER RSA II (商品名) を使用して貯蔵弾性率を測定した。25℃での貯蔵弾性率は 8.8×10^8 Paであった。

【0052】

【表1】

表1：接着層1

化学名	商品名	重量百分率
ウレタンアクリレート	UV7000B	28.6%
ウレタンアクリレート	UV6100B	28.6%
1,6-ヘキサンジオールジアクリレート	1,6-HX-A	38.1%
光反応開始剤	Irgacure369	4.8%
合計		100.0%

UV-7000B (日本合成化学)

UV-6100B (日本合成化学)

1,6-HX-A (共栄社化学)

Irgacure 369 (チバ・スペシャルティ・ケミカルズ)

【0053】

【表2】

表2：光熱変換層1

化学名	商品名	重量百分率
カーボンブラック	Sevacarb	25.0%
シリカ	AEROSIL A200	32.5%
分散剤	Disperbyk161	7.5%
アクリルレジン	Joncryl690	35.0%
合計		100.0%

Sevacarb (コロンビアンカーボン)

AEROSIL A200 (日本アエロジル)

Joncryl690 (ジョンソンポリマー)

Disperbyk161 (BYK Chemie)

【0054】

得られた積層体を図3に示すような研削装置に設置し、積層体に水流を与えながら、回転している研削砥石を接触させ、研削を行った。研削装置でウエハの厚さが $25 \mu\text{m}$ になるまで研削し、次いで、ドライポリッシュ装置でダメージ層 (約 $2 \mu\text{m}$) を除去した。研削装置としてディスコ社製のDFG850 (商品名) を用い、#360の粒度の砥石で回転数 4800 rpm で1軸で研削し、#2000の粒度の砥石で 5500 rpm で研削した。

【0055】

研削後、ダイシング装置で半導体ウエハをダイシングした。ダイシング装置としてディスコ社製DFD641 (商品名) を用い、#3500の粒度の砥石で、回転数 30000 rpm で送り速度 40 mm/秒 でダイシングした。ダイシングは1cm間隔で行なった。

出証特2004-3023494

その後、ダイシングされた複数の半導体チップを有する積層体のチップを有する側に、リング状の金属フレーム内に固定された粘着シートを配置し、ガラス基板側からレーザー照射した。

【0056】

レーザー出力7.0W、ビーム径及び走査ピッチ $130\mu\text{m}$ 、レーザースキャン速度 1.5m/秒 としてYAGレーザー（波長 1064nm ）によるレーザー照射を行うことにした。レーザー光を積層体の端部から接線方向に直線状に往復しながら照射して、積層体の全面にレーザー光を照射した。このようにレーザー照射した積層体のガラス基板に吸盤を付着させ、それを引き上げた。これにより、チップからガラス基板を容易に剥離して、接着剤層を有するチップを得た。

【0057】

チップから接着剤層を剥離するために、接着剤層の面に粘着テープ（Scotch粘着テープ #3305、3M社製）を付着させ、 180° の方向にピールすることにより、チップを損傷させることなく得ることができた。また、得られたチップのチップング（エッジ欠け）の大きさを光学顕微鏡で観察した。結果を表5に示す。

【0058】

実施例2

本例において、実施例1と同様に試験したが、接着剤の組成を以下の表3に記載されるとおりとし、接着剤層を硬化した後に、 120°C のオーブンに3分間入れた。接着剤層の硬化後の 25°C での貯蔵弾性率は $1.5 \times 10^9\text{Pa}$ であった。また、チップを損傷させることなく得ることができた。また、得られたチップのチップング（エッジ欠け）の大きさを光学顕微鏡で観察した。結果を表5に示す。

【0059】

【表3】

表3：接着層2

化学名	商品名	重量百分率
ウレタンアクリレート	UV7000B	47.6%
ジシクロペンタニルアクリレート	FA513A	19.0%
1,6-ヘキサジオールジアクリレート	1,6-HX-A	28.6%
光反応開始剤	Irgacure369	4.8%
合計		100.0%

UV-7000B（日本合成化学）

FA513A（日立化成）

1,6-HX-A（共栄社化学）

Irgacure369（チバ・スペシャルティ・ケミカルズ）

【0060】

実施例3

本例において、実施例1と同様に試験したが、接着剤の組成を以下の表4に記載されるとおりとした。接着剤層の硬化後の 25°C での貯蔵弾性率は $5.0 \times 10^8\text{Pa}$ であった。また、チップを損傷させることなく得ることができた。また、得られたチップのチップング（エッジ欠け）の大きさを光学顕微鏡で観察した。結果を表5に示す。

【0061】

【表 4】

表 4 : 接着層 3

化学名	商品名	重量百分率
ウレタンアクリレート	UV6100B	57.1%
1,6-ヘキサジオールジアクリレート	1,6-HX-A	38.1%
光反応開始剤	Irgacure369	4.8%
合計		100.0%

UV-6100B (日本合成化学)

1,6-HX-A (共栄社化学)

Irgacure369 (チバ・スペシャルティ・ケミカルズ)

【0062】

比較例 1

本例において、実施例 1 と同様に試験したが、研削後にダイシングを行わずに、リング状の金属フレームに固定された粘着シートに積層体を貼り合わせた。レーザー照射でガラス基板を取り除いた後に、接着剤をピール除去した。薄肉化されたウエハを損傷させることなく得ることができた。その後、リング状の金属フレーム内の粘着シートに固定されたシリコンウエハをダイシング装置で実施例 1 と同様の条件でダイシングした。また、得られたチップのチップング (エッジ欠け) の大きさを光学顕微鏡で観察した。結果を表 5 に示す。

【0063】

【表 5】

表 5 : ダイシング時の最大エッジ欠けの大きさ [μm]

	ダイシングソー側のエッジ部	台座側のエッジ部
実施例 1	2.5	2.5
実施例 2	2.0	2.5
実施例 3	2.0	4.0
比較例 1	3.0	12.5

【0064】

実施例 1、2 及び 3 では、エッジチップングの大きさは $4\mu\text{m}$ 以下であった。一方、現行方法である、比較例 1 では、エッジチップングの大きさは、現行のいくつかのチップ製造においては許容されない $12.5\mu\text{m}$ であった。一般に、ウエハ上のチップは $40\sim 50\mu\text{m}$ 幅のストリート (スクライプライン) によって仕切られている。最も薄いダイシングソーを用いたとしても切断幅は $30\mu\text{m}$ となり、それぞれのチップには $5\sim 10\mu\text{m}$ の余白が残されるのみである。それゆえエッジチップングのサイズは $10\mu\text{m}$ 未満に、場合によっては $5\mu\text{m}$ 未満に、さらに場合によっては $3\mu\text{m}$ 未満に抑えられなければならない。

【0065】

実施例 4

光熱変換層の組成を下記の表 6 に変更して、実施例 1 と同様に積層体を形成した。この

積層体のガラス基板側を上にして、光学顕微鏡に取り付け、反射光をCCDで観察した。ウエハ上のスクライプラインを明確に確認することができた。これにより、積層体のダイシングのアライメントが容易に行なえることがわかった。

【0066】

【表6】

表6: 光熱変換層2

化学名	商品名	重量百分率
カーボンブラック	Sevacarb	12.0%
シリカ	AEROSIL A200	40.4%
染料	Epolite1117	6.5%
分散剤	Disperbyk161	30.4%
アクリルレジン	Joncryl690	10.6%
合計		100.0%

Sevacarb (コロンビアンカーボン)

AEROSIL A200 (日本アエロジル)

Epolite1117 (サンケミカル)

Disperbyk161 (BYK Chemie)

Joncryl690 (ジョンソンポリマー)

【図面の簡単な説明】

【0067】

【図1】本発明の半導体チップ製造方法において形成される積層体の1態様を示す断面図である。

【図2】本発明の方法に使用できる真空接着装置の断面図である。

【図3】本発明の方法に使用できる研削装置の部分断面図である。

【図4】本発明の方法に使用できるダイシング装置の断面図である。

【図5】支持体の分離及び接着剤層の剥離の工程図である。

【図6】レーザー光照射工程に使用できる積層体固定装置の断面図である。

【図7】レーザー照射装置の斜視図である。

【図8】チップと支持体との分離操作に用いられるピックアップの模式図である。

【図9】チップからの接着剤層の剥離の様子を示す模式図である。

【符号の説明】

【0068】

1…積層体

2…半導体ウエハ

3…接着剤層

4…光熱変換層

5…支持体

20…真空接着装置

30…研削装置

40…ダイシング装置

60…積層体固定装置

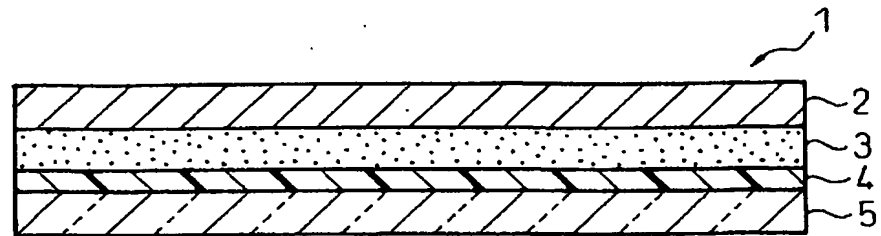
70…レーザー照射装置

80…ピックアップ

90…接着剤層除去用粘着テープ

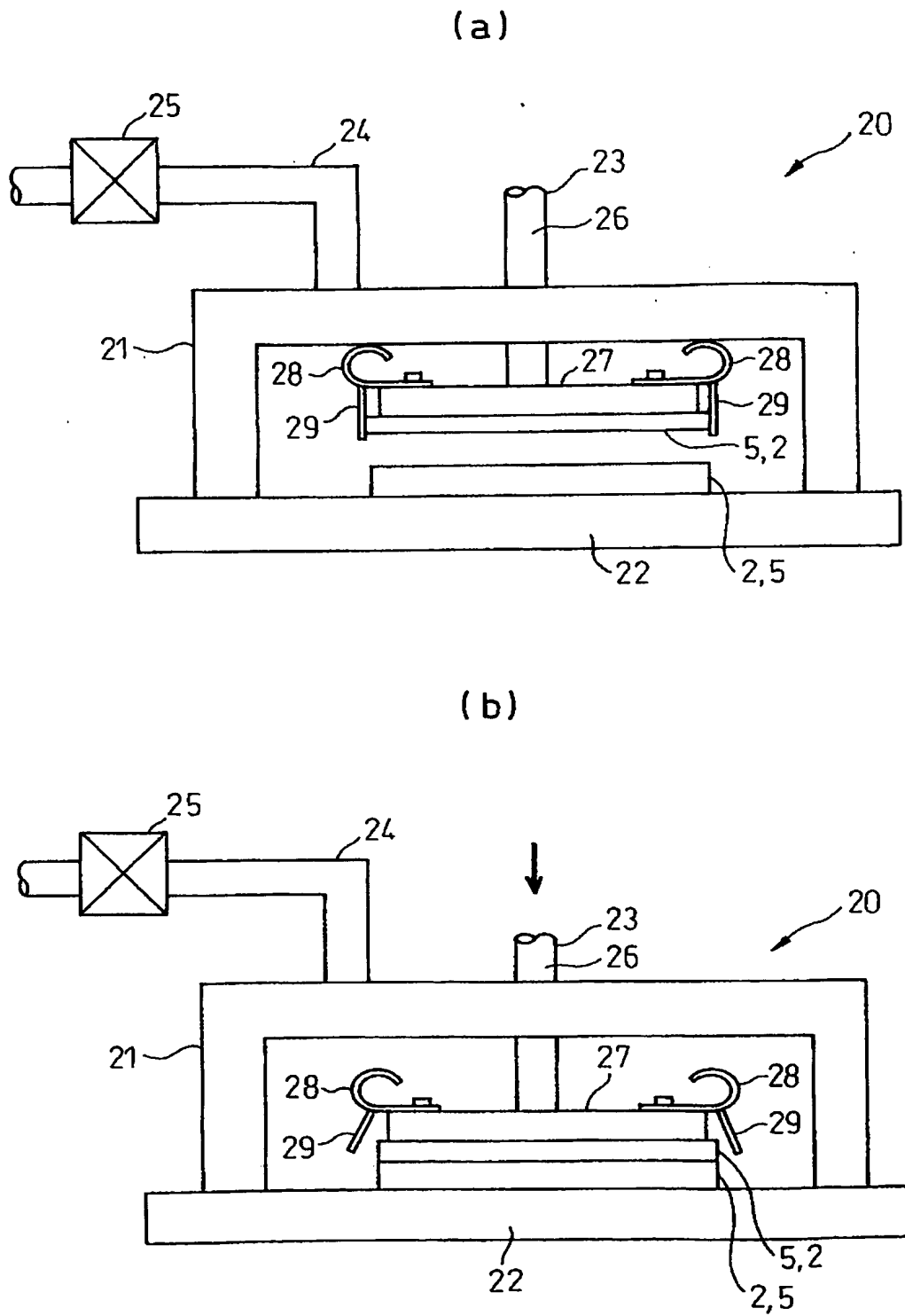
【書類名】 図面
【図 1】

図 1



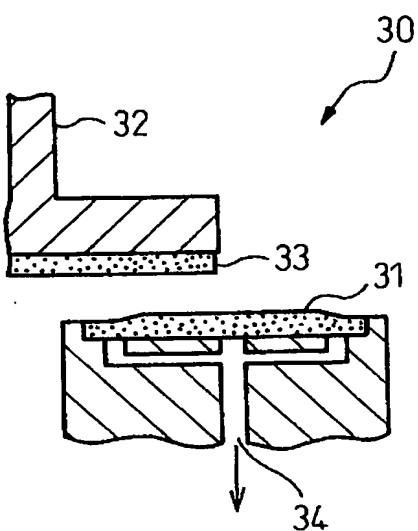
【図 2】

図 2



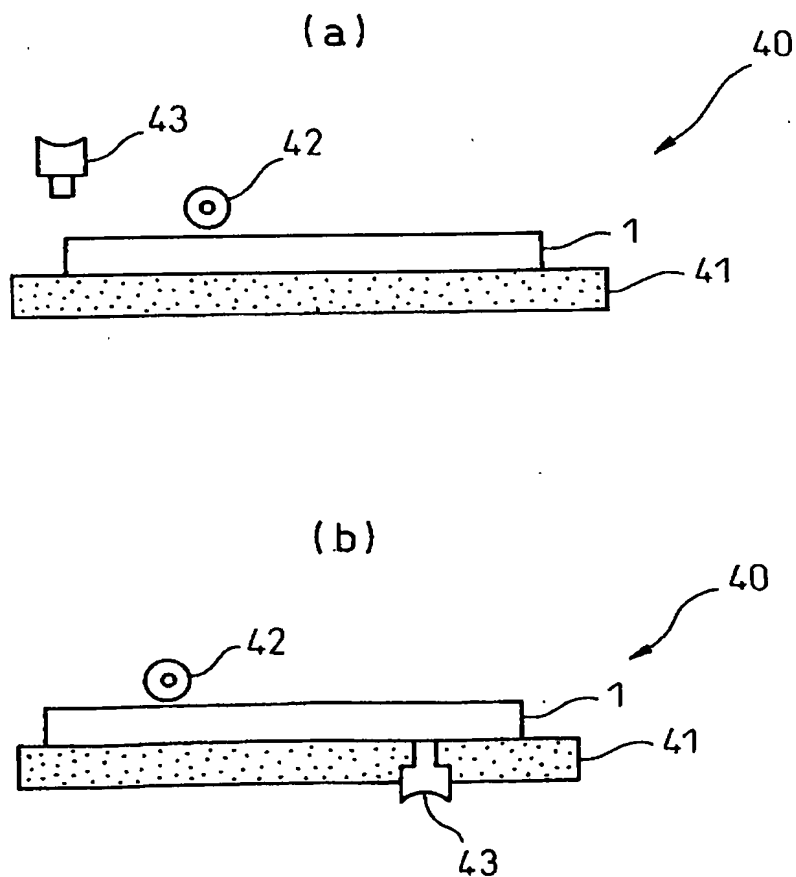
【図 3】

図 3



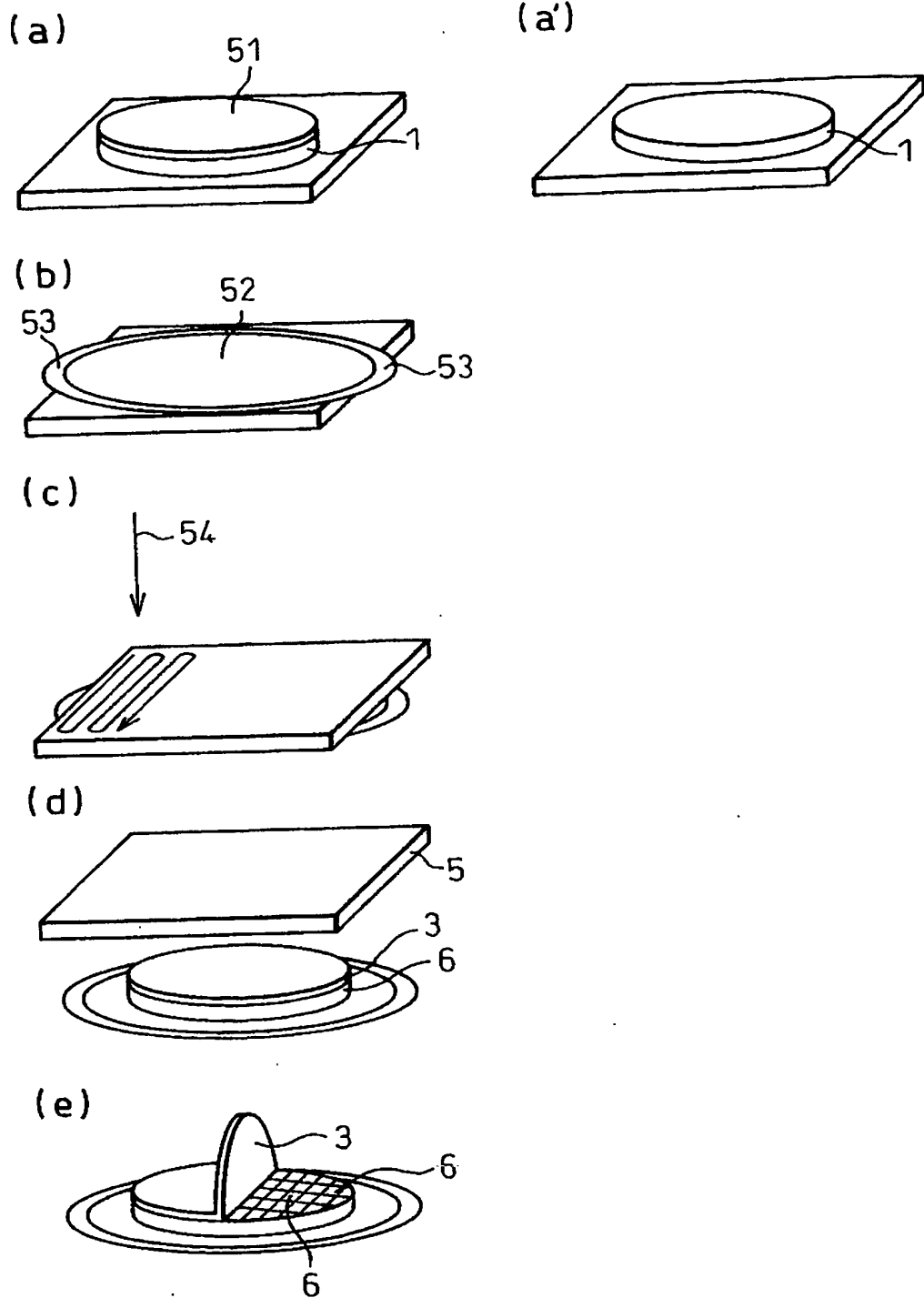
【図 4】

図 4



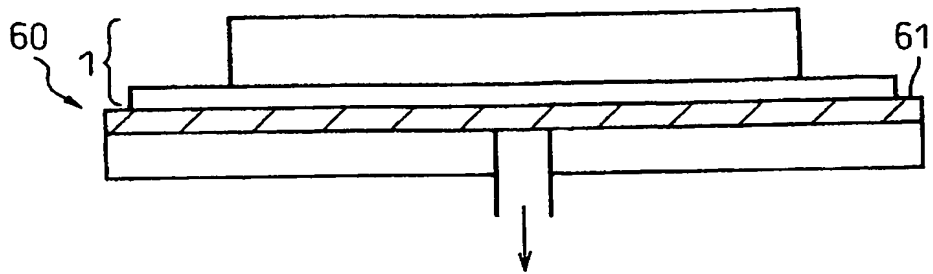
【図5】

図5



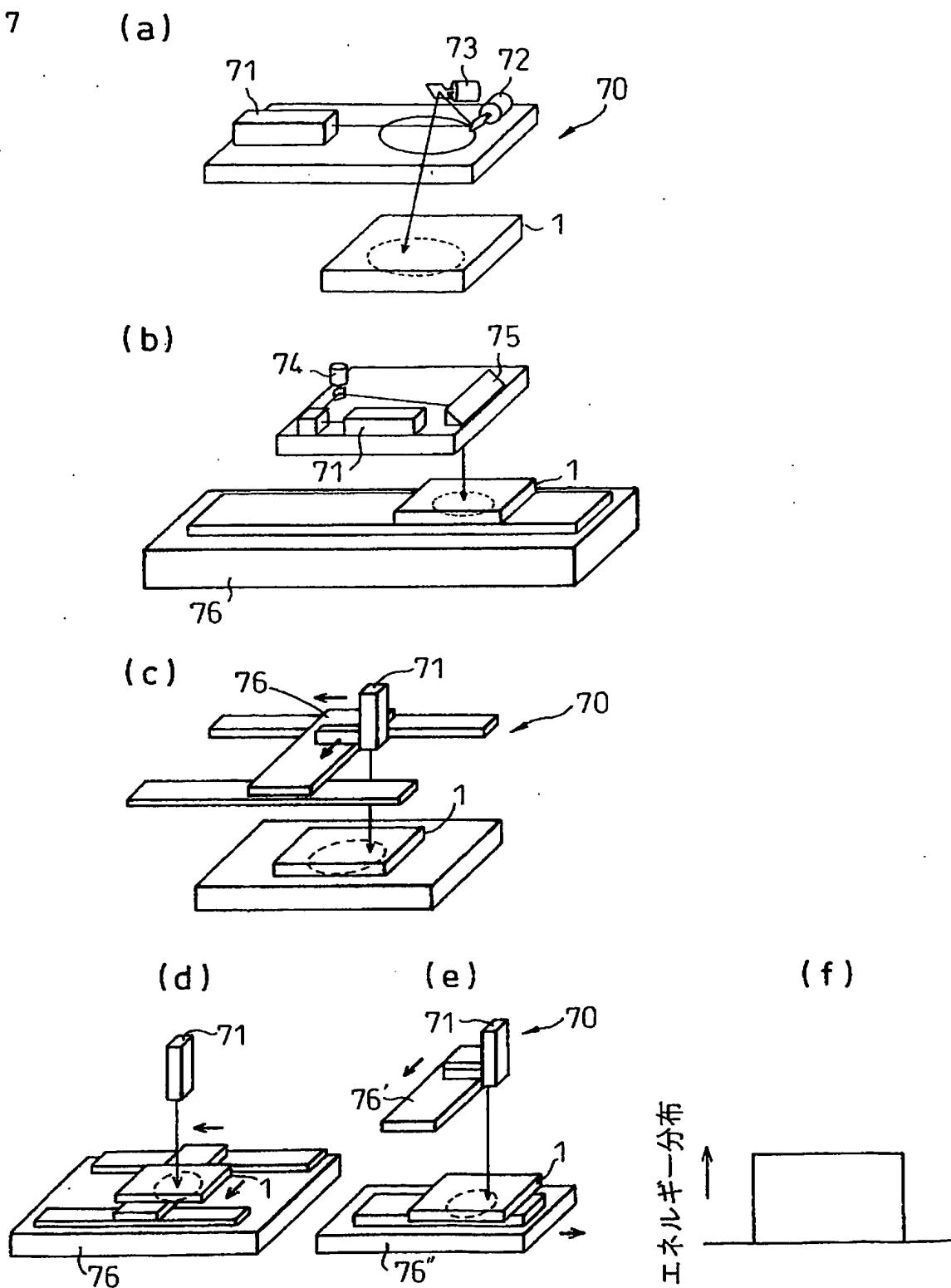
【図 6】

図 6



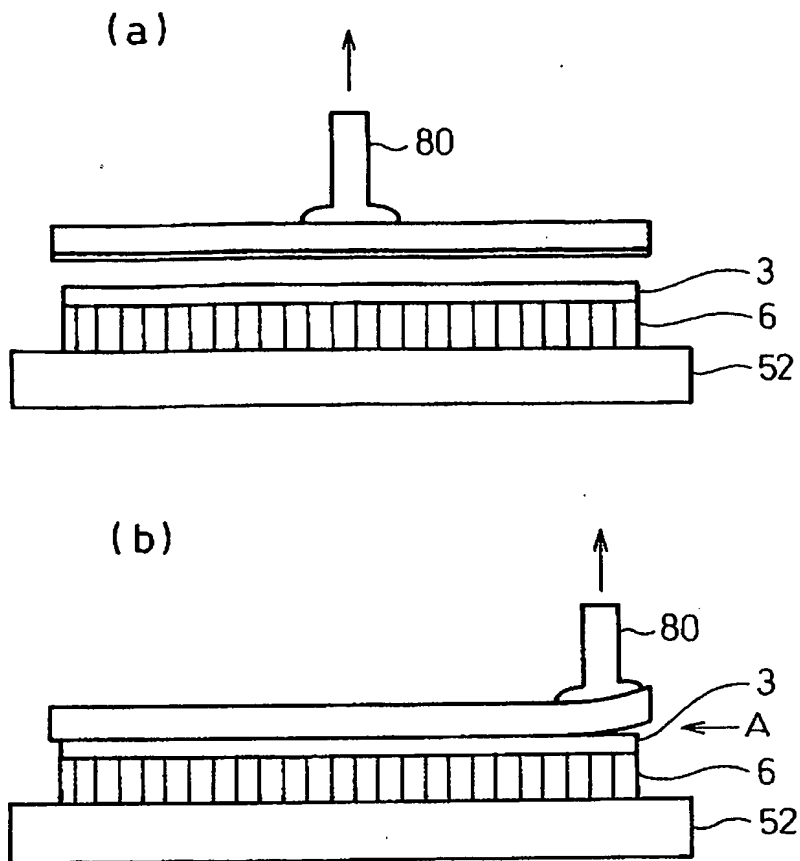
【図 7】

図 7



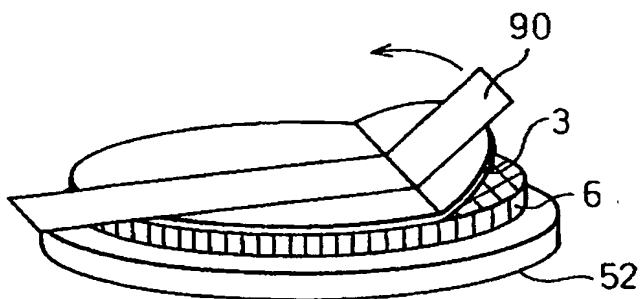
【図 8】

図 8



【図 9】

図 9



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体ウエハをダイシングする工程を含む半導体チップの製造方法において、ダイシング時のチッピングを効果的に防止することができる方法を提供する。

【解決手段】 光熱変換層を光透過性支持体上に適用する工程、但し、前記光熱変換層は放射エネルギーが照射されたときに放射エネルギーを熱に変換し、そしてその熱により分解するものである、回路面と光熱変換層とが対向するようにして、前記半導体ウエハと前記光透過性支持体とを光硬化型接着剤を介して貼り合わせ、非回路面を外側に有する積層体を形成する工程、前記半導体ウエハが所望の厚さになるまで前記半導体ウエハの非回路面を研削する工程、研削された半導体ウエハを非回路面側からダイシングして、複数の半導体チップへと切断する工程、前記光透過性支持体側から放射エネルギーを照射し、前記光熱変換層を分解し、前記接着剤層を有する半導体チップと、光透過性支持体とに分離する工程、及び、前記半導体チップから前記接着剤層を除去する工程を含む、半導体チップの製造方法。

【選択図】 なし

特願 2003-397960

出願人履歴情報

識別番号

[599056437]

1. 変更年月日

1999年 4月22日

[変更理由]

新規登録

住所

アメリカ合衆国, ミネソタ 55144-1000, セント
ポール, スリーエム センター

氏名

スリーエム イノベイティブ プロパティズ カンパニー

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.